

DERWENT-ACC-NO: 2000-485127

DERWENT-WEEK: 200043

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: High frequency discharge type plasma generator used as ion source of plasma vapor phase epitaxy apparatus, has dielectric shielding material provided inside discharge container along side wall

PATENT-ASSIGNEE: TOSHIBA KK[TOKE]

PRIORITY-DATA: 1998JP-0308111 (October 29, 1998)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 2000133497 A	May 12, 2000	N/A	009	H05H 001/46

APPLICATION-DATA: → HASHIMOTO KIYOSHI

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP2000133497A	N/A	1998JP-0308111	October 29, 1998

INT-CL (IPC): H01J027/16, H05H001/46

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2000133497A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - A dielectric shield material (29) is provided adjoining the side wall (2) inside the discharge container (27). A solenoid coil (6) provided in the periphery of a discharge container, is energized. Then, predetermined gas is introduced into the discharge container and plasma is generated.

USE - Used as ion source of plasma vapor phase epitaxy apparatus, plasma dry etching apparatus.

ADVANTAGE - Since the dielectric shielding material is provided inside the container, damage of discharge vessel wall is prevented. So running efficiency, safety, operation efficiency and reliability are improved.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the cross-sectional view of high frequency discharge type plasma generator.

Side wall 2

Solenoid coil 6

Discharge container 27

Dielectric shield material 29

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/12

TITLE-TERMS: HIGH FREQUENCY DISCHARGE TYPE PLASMA GENERATOR ION SOURCE
PLASMA

PHASE EPITAXIAL APPARATUS DIELECTRIC SHIELD MATERIAL DISCHARGE
CONTAINER SIDE WALL

DERWENT-CLASS: U11 V05 X14

EPI-CODES: U11-C09A; U11-C09C; V05-F05C; V05-F08D1; V05-F08E1; X14-F02;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2000-360733

【特許請求の範囲】

【請求項1】 容器壁の一部あるいは全部を誘電体で構成した放電容器内に所定のガスを導入すると共に前記放電容器の外周に設置したソレノイドコイルに高周波を通电してガスを放電させてプラズマを形成するプラズマ発生装置において、前記放電容器壁の内側に誘電体による遮蔽材を設けたことを特徴とする高周波放電型プラズマ発生装置。

【請求項2】 前記放電容器に設けた遮蔽材を、冷却することを特徴とする請求項1記載の高周波放電型プラズマ発生装置。

【請求項3】 前記放電容器が、前記容器壁と前記遮蔽材の間に空隙を設けたことを特徴とする請求項1記載の高周波放電型プラズマ発生装置。

【請求項4】 前記放電容器に設けた遮蔽材が、光学的に不透明としたことを特徴とする請求項1記載の高周波放電型プラズマ発生装置。

【請求項5】 前記放電容器に設けた遮蔽材を、アルミナセラミクスで構成したことを特徴とする請求項4記載の高周波放電型プラズマ発生装置。

【請求項6】 前記放電容器に設けた遮蔽材を、石英で構成したことを特徴とする請求項1記載のプラズマ発生装置。

【請求項7】 前記放電容器に設けた遮蔽材が、複数の小片で構成したことを特徴とする請求項1記載の高周波放電型プラズマ発生装置。

【請求項8】 前記放電容器が、放電容器壁および遮蔽材を構成する誘電体の表面あるいは内部に複数の補強材を固着あるいは封入したことを特徴とする請求項1記載の高周波放電型プラズマ発生装置。

【請求項9】 前記放電容器が、放電容器壁および遮蔽材を構成する誘電体の表面あるいは内部に複数の金属製冷却管を設置したことを特徴とする請求項1記載の高周波放電型プラズマ発生装置。

【請求項10】 前記金属製の補強材および金属製冷却管をソレノイドコイルの軸に平行な方向に配置したことを特徴とする請求項8または請求項9記載の高周波放電型プラズマ発生装置。

【請求項11】 前記放電容器を、真空封止が可能な容器に収納したことを特徴とする請求項1記載の高周波放電型プラズマ発生装置。

【請求項12】 前記放電容器が、前記放電容器と真空封止が可能な容器で囲まれた領域にガスの導入および排気用の開閉機構を設けたことを特徴とする請求項11記載の高周波放電型プラズマ発生装置。

【請求項13】 前記放電容器が、前記放電容器と真空封止が可能な容器に囲まれた領域の圧力を前記放電容器内の圧力より低く、あるいは高くしたことを特徴とする請求項11または請求項12記載の高周波放電型プラズマ発生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、核融合プラズマの加熱に用いられる大型イオン源やプラズマドライエッチング装置、およびプラズマ気相成長装置等のプロセスングプラズマ装置のプラズマ源として使用される高周波放電型プラズマ発生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】高周波放電型プラズマ発生装置については、核融合のための中性粒子入射装置のイオン源や、半導体を始めとするプロセスングプラズマ装置のプラズマ源に用いられている。この高周波放電型プラズマ発生装置によるイオン源としては、図10の縦断面図に示すように、放電容器1は石英製の側壁2と金属製の天板フランジ3、および下部フランジ4により囲んで、内部に放電領域5を形成している。

【0003】また、前記放電領域5へは、図示しないガス導入系から被放電ガスを導入するが、前記側壁2の周囲にはソレノイドコイル6を配置し、この外周を電磁遮蔽材7で覆っている。なお、前記放電容器1内でプラズマを発生させるが、前記天板フランジ3と下部フランジ4には永久磁石8、9を設置して、プラズマの閉じ込めを良くするための磁場を発生させている。

【0004】さらに、前記側壁2と天板フランジ3、および側壁2と下部フランジ4との接合部には、真空封止用のゴムリング10を設けると共に、その近傍に冷却水路11を形成している。

【0005】前記ソレノイドコイル6へは、図示しない高周波電源より13.56MHzの電力を通电して放電容器1内にプラズマを発生させるが、前記放電領域5に生成されたイオンは、下部フランジ4に設けたイオン通過用の複数の孔12がけられた、3つの引き出し電極13、14、15によって放電領域5の外にイオンビーム16として引き出される。

【0006】この加速に必要な電圧は、下部フランジ4と引き出し電極13、14、15の相互間に介在させた絶縁材17、18、19を介して、前記引き出し電極13、14、15に分割して印加される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記の高周波放電型プラズマ発生装置は、プラズマ源やイオン源に用いられる典型的な方式であり、高周波との結合が良く、不純物が少ない等の好ましい特徴を備えている。しかしながら、その一方で側壁2の材質として石英を用いているために、プラズマの粒子や熱による衝撃で破損する恐れがあることから、大電力の高周波を投入した連続運転に制限が生じる等の不具合があった。

【0008】また、図11の要部縦断面図は、プラズマ実験装置ASDEX-Upgradeの中性粒子入射装置のイオン源で採用されている方式で、放電容器20を形成

する石英製の側壁2に対する、熱やプラズマ粒子入力による衝撃等の影響を軽減するために、側壁2の内側にファラディシールド21を設けている(出典: J.-H. Feist, W. Kraus, E. Speth, M. Ciric, B. Heinemann, F. Probst, R. Riedl, : Proc. 16th. Sympo. on Fusion Engineering, vol. 2, pp. 976-979(1995))。

【0009】なお、前記ファラディシールド21は、放電容器20の軸方向のスリットをもつ金属材料で、ソレノイドコイル6で誘起された磁場は、ファラディシールド21のスリットを通過し、プラズマ中へ進入して放電に寄与する。また、側壁2の一部はファラディシールド21の金属部分によって覆われているために、石英製の側壁2への熱入力やプラズマ粒子による衝撃は大きく軽減されるので、上記図10の高周波放電型プラズマ発生装置に比べて、高出力運転が可能になった。

【0010】なお、前記石英製の側壁2の外周は、金属製の真空容器22で囲むことにより、石英製の側壁2による放電容器20の側壁2において、亀裂が生じた場合にも真空漏れがないようにしている。また、放電容器20の放電領域5と側壁2の外とは、圧力調整用の調整弁23で連通している。しかしながら、このファラディシールド21を設けた放電容器20においても、その側壁2はファラディシールド21のスリットの開口部を介してプラズマの粒子や熱の照射を受けることから、破壊する恐れは存在している。

【0011】さらに、前記金属製のファラディシールド21を設けたために、高周波とプラズマとの結合が悪くなることから、投入する高周波電力の利用効率が低下するという支障がある。また、上記図10、11に示した高周波放電型プラズマ発生装置に関わる問題としては、高周波電力供給用のソレノイドコイル6を、放電容器1、20の外側に設置したために生じた不具合である。

【0012】図12の縦断面図に示す高周波放電型プラズマ発生装置は、放電容器24の側壁25等を金属で構成し、ソレノイドコイル6を放電容器24の内部に設置した例である(出典: T. Takanashi, Y. Takeiri, O. Kaneko, Y. Oka, K. Tsumori, T. Kuroda, : Jpn. J. Appl. Phys., 35, part 1, No. 4A, pp. 2356-2362(1996))。この方式では大電力の投入を行っても、放電容器24の側壁25等が金属製であることから破壊の恐れはほとんどない。しかし、放電容器24の内部に設けたソレノイドコイル6へ電力を供給する電流導入部26の構造における困難性が高い。

【0013】この電流導入部26は、放電容器24とは電氣的に絶縁しなければならないが、プラズマのスパッタを受けた金属製の側壁材が、電流導入部26の絶縁部に蒸着して絶縁不良になることが考えられる。さらに、ソレノイドコイル6がプラズマ中に浸っているために、このソレノイドコイル6の表面で生じるプラズマ損失が大きく、プラズマ密度の増大が妨げられる。従って、この対策としてソレノイドコイル6の表面を石英やアルミナセ

ラミクス等の誘電体で覆い、プラズマ損失を少なくする工夫がなされている。

【0014】しかし、ソレノイドコイル6の表面を誘電体で覆った場合には、誘電体表面にプラズマの電荷が堆積して、コイル導体との間に電位差が生ずることから誘電体は、この電位差に耐えられなければならないが、現在までのところプラズマの特性に悪影響を与えることなく、高い耐電圧を有する材料が見つかっていない。

【0015】このように、誘電体の耐電圧が不足しているために、電荷が堆積すると放電破壊によって誘電体に亀裂が生じ、誘電体の剥離や脱落に至る。このように、誘電体に部分的な亀裂が生ずると、放電の不安定が発生する原因にもなることから、この図12の方式を採用した場合でも大電力放電が困難であった。

【0016】本発明の目的とするところは、放電容器壁を誘電体で構成すると共に、この放電容器壁の内側に誘電体による遮蔽材を設置して、破壊の恐れが少なく運転効率に優れた大電力放電が可能な高周波放電型プラズマ発生装置を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため請求項1記載の発明に係る高周波放電型プラズマ発生装置は、容器壁の一部あるいは全部を誘電体で構成した放電容器内に所定のガスを導入すると共に前記放電容器の外周に設置したソレノイドコイルに高周波を通电してガスを放電させてプラズマを形成するプラズマ発生装置において、前記放電容器壁の内側に誘電体による遮蔽材を設けたことを特徴とする。遮蔽材によりプラズマの熱や粒子による衝撃が遮蔽され、これにより容器壁が保護されるので損傷が防止できる。

【0018】請求項2記載の発明に係る高周波放電型プラズマ発生装置は、請求項1において、前記放電容器に設けた遮蔽材を冷却することを特徴とする。プラズマの熱や粒子による衝撃を受ける遮蔽材を冷却することにより、遮蔽材の信頼性が向上する。

【0019】請求項3記載の発明に係る高周波放電型プラズマ発生装置は、請求項1において、前記放電容器が、前記容器壁と前記遮蔽材の間に間隙を設けたことを特徴とする。プラズマの熱や粒子による衝撃を受ける遮蔽材と放電容器壁との間に、間隙を設けて、遮蔽材と熱伝達等を隔離する。

【0020】請求項4記載の発明に係る高周波放電型プラズマ発生装置は、請求項1において、前記放電容器に設けた遮蔽材が光学的に不透明なことを特徴とする。遮蔽材の内側で発生するプラズマ光について、不透明な遮蔽材により遮断して輻射光が放電容器壁に到達しない。

【0021】請求項5記載の発明に係る高周波放電型プラズマ発生装置は、請求項4において、前記放電容器に設けた遮蔽材を、アルミナセラミクスで構成したことを特徴とする。光学的に不透明で機械強度に優れたアルミ

ナセラミクスにより、遮蔽材と放電容器壁の信頼性が向上する。

【0022】請求項6記載の発明に係る高周波放電型プラズマ発生装置は、請求項1において、前記放電容器に設けた遮蔽材を、石英で構成したことを特徴とする。石英は光学的に透明な材料であり、放電容器壁の少なくとも一部をかける透明な材料で構成することにより、プラズマを観測したり、プラズマの発する光を放電容器外へ導き出すことができる。

【0023】請求項7記載の発明に係る高周波放電型プラズマ発生装置は、請求項1において、前記放電容器に設けた遮蔽材が複数小片で構成したことを特徴とする。遮蔽材の粗立と部分的な交換が容易となり、保守性が高くなる。

【0024】請求項8記載の発明に係る高周波放電型プラズマ発生装置は、請求項1において、前記放電容器が、放電容器壁および遮蔽材を構成する誘電体の表面あるいは内部に複数の補強材を固着あるいは封入したことを特徴とする。遮蔽材に亀裂が生じた場合にも、遮蔽材が飛散せず、また、機械強度と信頼性が向上する。

【0025】請求項9記載の発明に係る高周波放電型プラズマ発生装置は、請求項1において、前記放電容器が、放電容器壁および遮蔽材を構成する誘電体の表面あるいは内部に複数の金属製冷却管を設置したことを特徴とする。遮蔽材に亀裂が生じた場合にも、遮蔽材が飛散せず、また、冷却により機械強度と信頼性がさらに向上する。

【0026】請求項10記載の発明に係る高周波放電型プラズマ発生装置は、請求項8または請求項9において、前記金属製の補強材および金属製冷却管をソレノイドコイルの軸に平行な方向に配置したことを特徴とする。金属製の補強材および金属製冷却管がソレノイドコイルの軸に平行な方向に配置されたことにより、ソレノイドコイルより誘導された磁場が放電容器内に進入できる。

【0027】請求項11記載の発明に係る高周波放電型プラズマ発生装置は、請求項1において、前記放電容器を、真空封止が可能な容器に収納したことを特徴とする。放電容器は真空封止が可能な容器により保護されている。また、放電容器が損傷した場合にも真空状態が維持される。

【0028】請求項12記載の発明に係る高周波放電型プラズマ発生装置は、請求項11において、前記放電容器が、前記放電容器と真空封止が可能な容器で囲まれた領域にガスの導入および排気用の開閉機構を設けたことを特徴とする。放電容器と、この放電容器を覆って保護する真空封止が可能な容器との間に形成された領域における放電を、ガスの導入および排気用の開閉機構による圧力調整により防止する。

【0029】請求項13記載の発明に係る高周波放電型プラズマ発生装置は、請求項11または請求項12において、

前記放電容器が、前記放電容器と真空封止が可能な容器に囲まれた領域の圧力を前記放電容器内の圧力より低く、あるいは高くしたことを特徴とする。放電容器と真空封止が可能な容器との間に形成された領域の圧力は、放電容器内の圧力より低く、あるいは高くすることで容易に放電が防止できる。

【0030】

【発明の実施の形態】本発明の一実施の形態について図面を参照して説明する。なお上記した従来技術と同じ構成部分については、同一符号を付して詳細な説明を省略する。第1実施の形態は請求項1乃至請求項3に係り、高周波放電型プラズマ発生装置を用いたイオン源としては、図1の縦断面図に示すように、放電容器27は石英製の側壁2と金属製の天板フランジ3、および下部フランジ4により囲むと共に、側壁2の内側に隙間28を介して石英製の遮蔽材29を設けて、内部に放電領域5を形成する（請求項1、3）。

【0031】また、前記放電領域5へは、図示しないガス導入系から被放電ガスを導入すると共に、前記側壁2の周囲にはソレノイドコイル6を配置し、この外周を電磁遮蔽材7で覆っている。なお、前記放電容器1内でソレノイドコイル6に高周波電力を供給してプラズマを発生させるが、前記天板フランジ3と下部フランジ4には永久磁石8、9を設置して、前記プラズマの閉じ込めを良くするための磁場を発生させている。

【0032】さらに、前記側壁2及び遮蔽材29と天板フランジ3、側壁2及び遮蔽材29と下部フランジ4との接合部には、真空封止用のゴムリング10を設け、その近傍に冷却水路11を形成して側壁2及び遮蔽材29を冷却する（請求項2）。

【0033】また、下部フランジ4に設けたイオン通過用の複数の孔12がつけられた、3つの引き出し電極13、14、15によって、放電領域5の外にイオンビーム16が引き出される。この加速に必要な電圧は、下部フランジ4と引き出し電極13、14、15の相互間に介在させた絶縁材17、18、19を介して、前記引き出し電極13、14、15に分割して印加される構成としている。

【0034】次に、上記構成による作用について説明する。放電容器27の放電領域5においてプラズマが発生され、引き出し電極13、14、15の複数の孔12を通過したイオンビーム16が放電領域5の外に引き出される。この時に前記石英製の側壁2は、その内側の設置された石英製の遮蔽材29により、放電領域5で発生したプラズマの熱や粒子が遮断されることから、その直接的な衝撃を受けることはない。

【0035】なお、前記側壁2に代わってプラズマの熱や粒子の衝撃を受ける遮蔽材29は、側壁2と共に冷却水路11により、その両端から常に冷却されていることから、信頼性が高いが、破損する場合もある。しかし、もしも遮蔽材29が破損した場合にも、直ちに真空状態が破

壊されることはない。すなわち、前記遮蔽材29の破壊の多くはクラックの発生であり、このことは高周波放電にとって、不都合な状態になるわけではない。

【0036】また、放電容器1の真空状態は、遮蔽材29の外周にある前記側壁2等により維持される。従って、遮蔽材29が破損したとしても高周波放電型プラズマ発生装置の運転の続行が可能である。なお、遮蔽材29の破損が著しく進展した場合は、高周波放電型プラズマ発生装置の運転計画に合わせて、適当な時期を選んで遮蔽材29の交換をすればよい。

【0037】このように、遮蔽材29を設置することにより、高周波放電型プラズマ発生装置に大電力の高周波を投入することが容易で、安全に連続運転を維持することができるので、運転効率と信頼性が向上する。また、前記遮蔽材29を設ける目的は、プラズマの熱や粒子の衝撃から放電容器27の側壁2を保護することであり、そのために、側壁2と遮蔽材29との間の領域で放電が生じてはならない。

【0038】一般に、放電領域5内のガス圧力を固定すると、ガスが放電するためには放電に必要な最小容器寸法が存在する。放電はエネルギーを持った電子やイオンが衝突してガスを電離し、この電離により生じた電子等がマイクロ波によって生成される高周波電場で加速され、更にガスを電離する。この過程を繰り返すことによって荷電粒子数が増大する。

【0039】放電容器29において放電領域5を形成する容積寸法が不均等で、その一部の寸法が短い場合には、荷電粒子が電離に必要なエネルギーを得る前に、当該側壁2等の容器壁に衝突したり、ガスと衝突する前に前記容器壁に衝突すると放電に至らない。イオン源やプラズマの典型的な動作圧力域は、概ね1Pa以下であり、必要な容器寸法は数mm以上になることから、本第1実施の形態では、放電容器27の側壁2と遮蔽材29との間隙28を1mm以下にしている。

【0040】第2実施の形態は請求項4または請求項5に係り、遮蔽材の材質に関し、上記第1実施の形態の変形であることから、第1実施の形態における構成部分と、その作用及び効果については同様であることから説明を省略して、異なる点について説明する。上記図1における遮蔽材29の材質として、光学的に不透明な材質の誘電体であるアルミナセラミックスを用いた構成とする。

【0041】上記構成による作用としては、前記遮蔽材29が前記側壁2と同じ石英とは異なり不透明であることから、放電領域5において発生するプラズマの発光が遮蔽される。これにより、プラズマの輻射光による石英製の側壁2の熱負担を減少させるので信頼性が向上する。

【0042】なお、前記したように遮蔽材29を設置する目的は、発光されたプラズマの熱や粒子の衝撃から側壁2を保護することであり、真空状態の保持ではない。従って、遮蔽材29は真空保持のできる構造である必要はな

く、このために一体構造でなくともよい。

【0043】第3実施の形態は請求項6に係り、遮蔽材の材質に関し、上記第1実施の形態の変形であることから、第1実施の形態における構成部分と、その作用及び効果については同様であることから説明を省略し、異なる点について説明する。上記図1における遮蔽材29の材質として、光学的に透明な材質の誘電体である石英を用いた構成とする。

【0044】上記構成による作用としては、放電遮蔽壁の少なくとも一部を光学的に透明な石英とすることにより、プラズマを目視で観測したり、プラズマの発する光を放電容器外へ導き出すことができる。導き出した光を分光器等を用いることによりプラズマの状態を分析することができる。もちろん、この場合は上記第2実施の形態と異なり、プラズマの輻射光が放電容器壁に達して熱負荷の一部となるが、プラズマの観測や監視を優先して行いたい場合にはかかる構成が有用である。

【0045】第4実施の形態は請求項7に係り、遮蔽材の形状に関し、上記第1実施の形態の変形であることから、第1実施の形態における構成部分と、その作用及び効果については同様であることから説明を省略して、異なる点について説明する。

【0046】図2及び図3は上記図1におけるA-A線に沿った断面図で、図2においては遮蔽材30を多数の小片30aを組合わせると共に、小片30a同士の接合部を放電領域5のプラズマ光が放電容器の側壁2を直視しない角度に傾斜させて構成している。また、図3においては遮蔽材31を多数の小片31aを組合わせ、小片31a同士の接合部を鍵型として放電領域5のプラズマ光が、側壁2を直視しない形状に構成している。

【0047】上記構成による作用としては、遮蔽材30、31を多数の小片30a、31aを連続して組合わせていることから、遮蔽材30、31の組み立てが容易になると共に、遮蔽材30、31の交換も部分的に行えることから保守性に優れている。なお、前記多数の小片30a、31aの組合わせをする接合部の形状については、上記図2及び図3に示す以外の形状であっても、プラズマが側壁2を直視しない形状であれば良い。

【0048】第5実施の形態は請求項8または請求項10に係り、側壁と遮蔽材の補強に関し、上記第1実施の形態の変形であることから、第1実施の形態における構成部分と、その作用及び効果については同様であることから説明を省略して、異なる点について説明する。

【0049】図4及び図5は上記図1におけるB-B線に沿った要部拡大断面図で、この内で図4については、放電容器の側壁32の外表面に補強材として金属製の細線33を固着すると共に、遮蔽材34の内表面に補強材である金属製の細線33を固着する構成としている（請求項8）。なお、前記補強材である金属製の細線33は、ソレノイドコイル6の軸と平行の方向に配置する（請求項1

0)。

【0050】また、図5については上記図4の変形例であり、放電容器の側壁35の内部に補強材として金属製の細線33を埋設すると共に、遮蔽材36の内部に補強材である金属製の細線33を埋設する。さらに前記金属製の細線33は、ソレノイドコイル6の軸と平行の方向に配置した構成としている。

【0051】上記構成による作用としては、放電容器の側壁32、35及び遮蔽材34、36には、それぞれ補強材である金属製の細線33が固着あるいは埋設されているので、万一側壁32、35及び遮蔽材34、36に亀裂が生じた場合でも、それらが飛散することが防止できるので、安全性と信頼性が高い。

【0052】また、前記補強材である金属製の細線33は、機械強度と共に熱伝導度に優れているので、側壁32、35及び遮蔽材34、36の冷却機能にも寄与し、プラズマの熱や粒子の衝撃にも強くなる。さらに、金属製の細線33がソレノイドコイル6の軸に平行な方向に設置しているので、ソレノイドコイル6で誘導された磁場は放電容器27内へ進入できる。

【0053】第6実施の形態は請求項9または請求項10に係り、側壁と遮蔽材に関し、上記第5実施の形態の変形であることから、第5実施の形態における構成部分と、その作用及び効果については同様であることから説明を省略して、異なる点に付いて説明する。

【0054】図6及び図7は上記図1におけるB-B線に沿った要部拡大断面図で、図6においては放電容器の側壁37の外表面に、内部に冷媒を流す金属製冷却管38を固着し、遮蔽材39の内表面に金属製冷却管38を固着して補強材を兼用した構成とする（請求項9）。なお、前記金属製冷却管38は、ソレノイドコイル6の軸と平行の方向に配置している（請求項10）。

【0055】また、図7は上記図6の変形例で、放電容器の側壁40の内部に金属製冷却管38を埋設し、遮蔽材41の内部に金属製冷却管38を埋設すると共に、ソレノイドコイル6の軸と平行の方向に配置して補強材を兼用した構成としている。

【0056】上記構成による作用としては、放電容器の側壁37、39及び遮蔽材40、41には、それぞれ補強材を兼ねた金属製冷却管38が固着あるいは埋設されており、冷媒が流れているので、側壁37、39及び遮蔽材40、41は、いずれも冷却されている。このため、機械強度が向上する共に除熱効果からプラズマの熱や粒子の衝撃に強く、万一、側壁37、39及び遮蔽材40、41に亀裂が生じた場合でも、それらが飛散することが防止できるので、安全性と信頼性が高い。

【0057】第7実施の形態は請求項11乃至請求項13に係り、放電容器の保護に関し、上記第1実施の形態の変形であることから、第1実施の形態における構成部分と、その作用及び効果については同様であることから説

明を省略して、異なる点に付いて説明する。

【0058】高周波放電型プラズマ発生装置としては、図8の縦断面図に示すように、放電容器42は石英製の側壁2と金属製の天板フランジ3、および下部フランジ4により囲むと共に、前記側壁2の内側に隙間28を介して石英製の遮蔽材29を設けて、内部に放電領域5を形成する。

【0059】また、前記側壁2の外周で天板フランジ3と下部フランジ4の間に、側壁2の外周を保護する真空封止可能な金属容器43を設けて、この金属容器43と側壁2との間に領域44を形成する（請求項11）。さらに、前記領域44と連通して、圧力調整をするガスの供給と排気のための供給弁45及び排気弁46による開閉機構を設けて、領域44における圧力を前記放電領域5の圧力より低く、あるいは高く維持可能に構成する（請求項12、13）。

【0060】上記構成による作用としては、金属容器43により側壁2に対する機械的保護と真空封止が行われることから、外力から放電容器42を保護すると共に、万一、側壁2が破損した場合には、この金属容器43によって真空状態を保持されるので、イオン源、プラズマ源を組み込んだ装置全体に大きな被害が及ばない。

【0061】また、図8のような構成にしたときには、側壁2と金属容器43との間の領域44において放電が発生してはならない。この領域44における放電を防止するには、前述のようにガス分子が連続して電離しない条件を選べば良いので、領域44の圧力を放電容器42の内の放電領域5の圧力よりも十分低くするか、十分高くすればよい。

【0062】例えば、前記領域44の圧力を放電容器42内の圧力の100分の1程度にすれば、この領域で放電することはない。また、側壁2が破損してもイオン源内部の圧力が上昇せず、プラズマ発生装置全体にも影響がほとんどない。この領域44の圧力を低く保つためには、側壁2と金属容器43の間の領域44を排気するための真空装置が必要になり、開閉機構における排気弁46を開いて、図示しない真空装置により吸引する。

【0063】一方、領域44の圧力を例えば大気圧に設定しても、この領域44で放電することはない。このように圧力が高い場合には、荷電粒子は高周波電場で加速されても、十分高エネルギーに加速される前にガスと衝突してしまうために、連続してたガス分子の電離が生じない。なお、領域44の圧力を大気圧に設定すると、放電容器42が破損するとイオン源内部の圧力が上昇するが、領域44の容積を十分小さく設定することにより、プラズマ発生装置の運転に影響しないようにすることができる。

【0064】また、前記領域44の圧力を大気圧にした場合には、特別な排気装置等を必要とせず、開閉機構における供給弁45を開いて、大気と連通すれば良く、前記圧力を低く設定する場合よりも簡単な構成ですむ。従っ

て、領域44の圧力は、イオン源を含むプラズマ発生装置の圧力上昇を避けたい場合は低くすれば良く、装置構成を簡単にしたい場合は大気圧に設定すれば良い。

【0065】第8実施の形態は、放電容器の構成に関し、上記第1実施の形態乃至第7実施の形態の変形であることから、第1実施の形態乃至第7実施の形態における構成部分と、その作用及び効果については同様であることから説明を省略して、異なる点に付いて説明する。上記第1実施の形態乃至第7実施の形態においては、放電容器の側壁部を誘電体で構成し、天板フランジには金属を用いた例を示している。しかし本発明に係る放電容器は、これらの実施例に限定されるものではない。

【0066】図9の縦断面図に示すように、放電容器47は側壁部と天板部を一体とした誘電体48で構成すると共に、誘電体48の内部に遮蔽材49を配置して、内部に放電領域5を形成する。また、この遮蔽材49の天板部の内側には冷却管50を設置して、遮蔽材49を冷却している。さらに、前記誘電体48は、全体を電磁遮蔽体7で覆った構成としている。これにより、側壁2に遮蔽材29を設置した場合と同じ効果が得られる。

【0067】なお、以上の各実施の形態においては、放電容器が矩形の例により説明したが、本発明は放電容器の形状に関係なく、例えば円筒形放電容器の場合であっても、同じ効果が得られる。また上記各実施の形態では、遮蔽材が一層の場合について説明したが、層数には限定されず、遮蔽材の数が増加するに従い、製作の手間は増すがプラズマ発生装置の安全性も増加する。

【0068】さらに本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で適宜変更して実施されるもので、また、上記イオン源のほかに、高周波プラズマを用いる半導体製造設備や化学処理装置等の高周波放電型プラズマ発生装置に適用されて、優れた効果が得られる。

【0069】

【発明の効果】以上本発明によれば、誘電体で放電容器壁を構成すると共に、前記放電容器壁の内側に誘電体で構成した遮蔽材を設置することにより、高周波とプラズマとの結合に影響を与えることなく、放電容器壁の損傷を防止して、高周波放電型プラズマ発生装置の運転効率と安全性のみならず、これを採用した各種装置における

稼働効率と信頼性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る第1実施の形態の高周波放電型プラズマ発生装置の縦断面図。

【図2】本発明に係る第3実施の形態で、図1におけるA-A線に沿った断面図。

【図3】本発明に係る第3実施の形態の別の例で、図1のA-A線に沿った断面図。

【図4】本発明に係る第4実施の形態で、図1のB-B線に沿った要部拡大断面図。

【図5】本発明に係る第4実施の形態の別の例で、図1のB-B線に沿った要部拡大断面図。

【図6】本発明に係る第5実施の形態で、図1のB-B線に沿った要部拡大断面図。

【図7】本発明に係る第5実施の形態の別の例で、図1のB-B線に沿った要部拡大断面図。

【図8】本発明に係る第6実施の形態の高周波放電型プラズマ発生装置の縦断面図。

【図9】本発明に係る高周波放電型プラズマ発生装置の縦断面図。

【図10】従来の高周波放電型プラズマ装置の縦断面図。

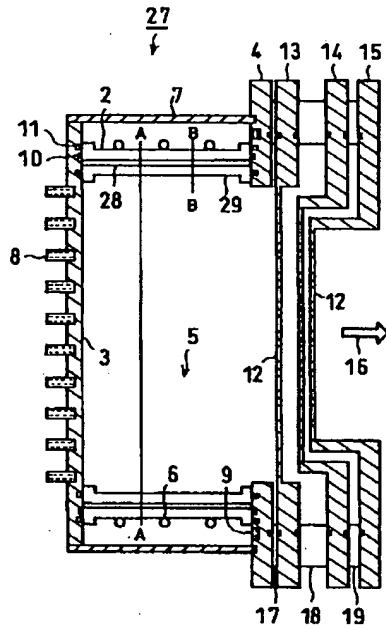
【図11】従来の他の高周波放電型プラズマ装置の縦断面図。

【図12】従来のその他の高周波放電型プラズマ装置の縦断面図。

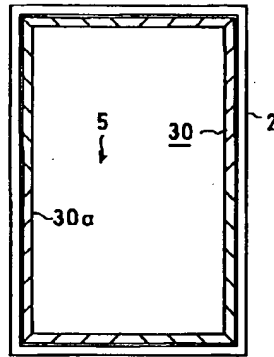
【符号の説明】

1, 20, 24, 27, 42, 47…放電容器、2, 25, 32, 35, 37, 40…側壁、3…天板フランジ、4…下部フランジ、5…放電領域、6…ソレノイドコイル、7…電磁遮蔽材、8, 9…永久磁石、10…ゴムリング、11…冷却水路、12…孔、13, 14, 15…引き出し電極、16…イオンビーム、17, 18, 19…絶縁材、21…フェラディシールド、22…真空容器、23…調整弁、26…電流導入部、28…隙間、29, 30, 31, 34, 36, 39, 41, 49…遮蔽材、30a, 31a…遮蔽材の小片、33…細線、38…金属製冷却管、43…金属容器、44…領域、45…供給弁、46…排気弁、48…一体容器、50…冷却管。

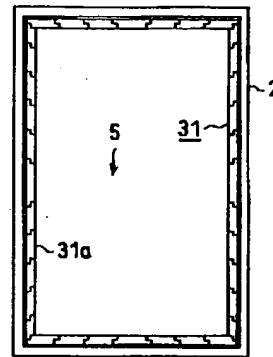
【図1】



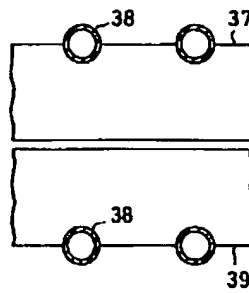
【図2】



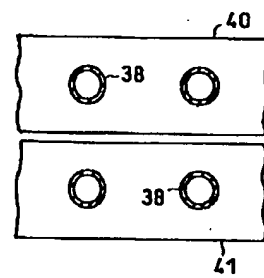
【図3】



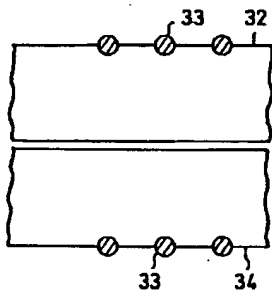
【図6】



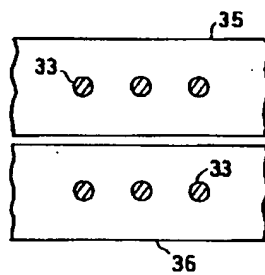
【図7】



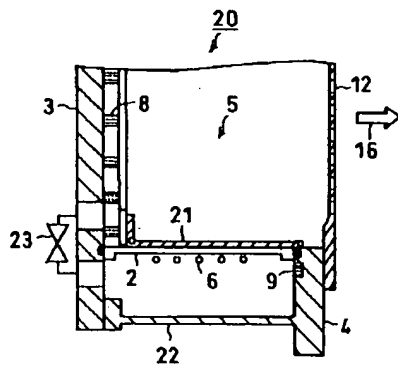
【図4】



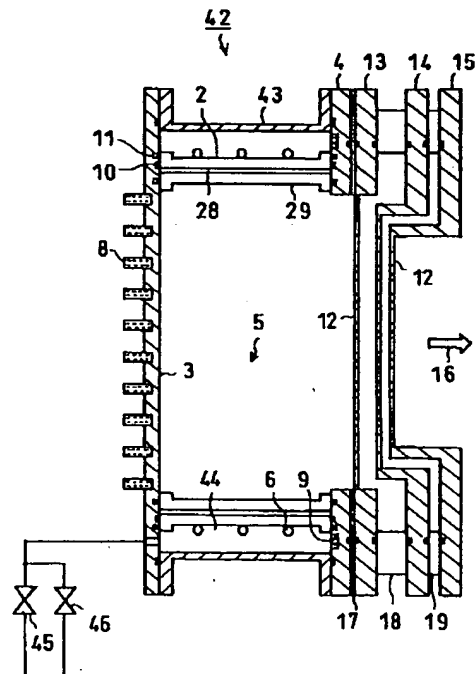
【図5】



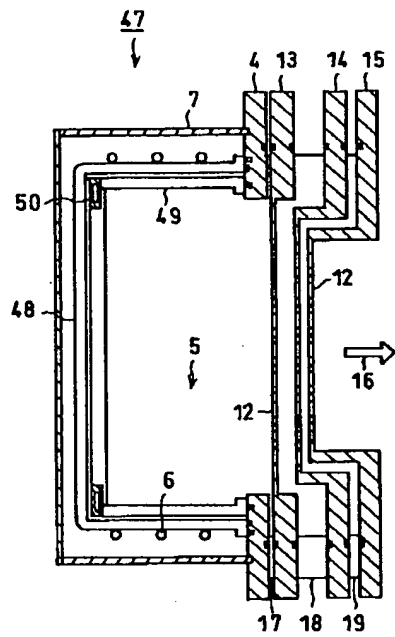
【図11】



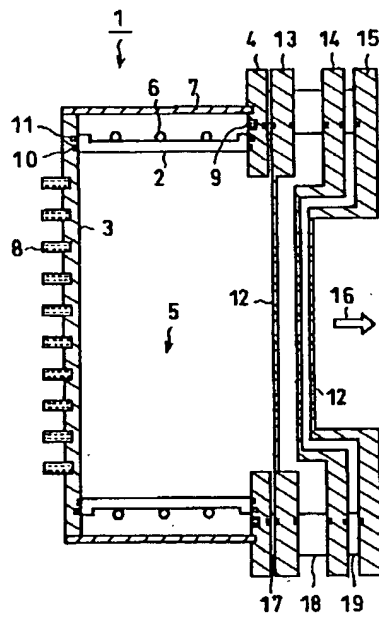
【図8】



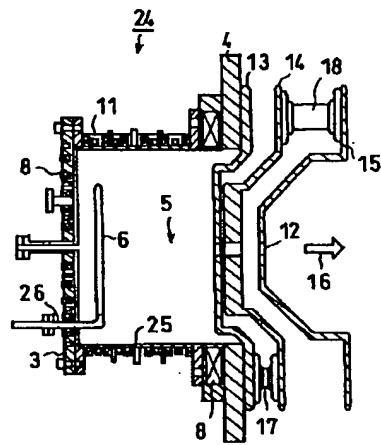
【図9】



【図10】



【図12】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-133497

(43)Date of publication of application : 12.05.2000

(51)Int.Cl.

H05H 1/46
H01J 27/16

(21)Application number : 10-308111

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 29.10.1998

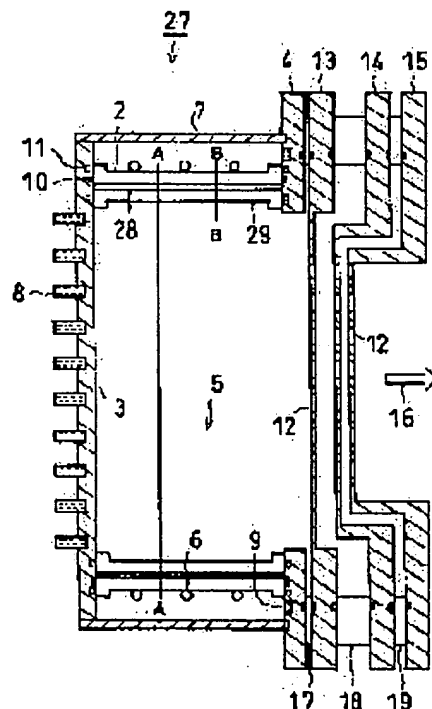
(72)Inventor : HASHIMOTO KIYOSHI

(54) HIGH-FREQUENCY DISCHARGE TYPE PLASMA GENERATION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high-frequency discharge type plasma generation device hardly broken, excellent in operation efficiency and enabling large power discharge, by forming a discharge container wall with a dielectric and by installing a shielding member formed of a dielectric inside the discharge container wall.

SOLUTION: In a plasma generation device which forms plasma by introducing a predetermined gas into a discharge container having a part or the whole part of its container wall formed of a dielectric and by carrying a high-frequency current to a solenoid coil installed on the outside periphery of the discharge container to discharge the gas, a shielding member 29 formed of a dielectric is formed inside a side wall 2 of the discharge container 27.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the high-frequency-discharge mold plasma generator used as a source of the plasma of processing plasma equipments, such as the large-scale ion source and the plasma dry etching system which are used for heating of the nuclear-fusion plasma, and plasma vapor growth equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] It is used for the ion source of the neutral particle incidence equipment for nuclear fusion, and the source of the plasma of processing plasma equipments including a semi-conductor about the high-frequency-discharge mold plasma generator. As the ion source by this high-frequency-discharge mold plasma generator, as shown in drawing of longitudinal section of drawing 10, the discharge container 1 is surrounded by the side attachment wall 2 made from a quartz, the metal top-plate flange 3, and the lower flange 4, and forms the discharge field 5 in the interior.

[0003] Moreover, although discharge gas-ed is introduced from the gas feed system which is not illustrated, to said discharge field 5, the solenoid coil 6 has been arranged around said side attachment wall 2, and this periphery is covered by the electromagnetic-shielding material 7 to it. In addition, although the plasma is generated within said discharge container 1, permanent magnets 8 and 9 are installed in said top-plate flange 3 and lower flange 4, and the magnetic field for the plasma closing and improving eye ** is generated.

[0004] Furthermore, while forming the rubber ring 10 for vacuum locks in the joint of said side attachment wall 2 and top-plate flange 3, and a side attachment wall 2 and a lower flange 4, the cooling water way 11 is formed in the near.

[0005] RF generator which is not illustrated to said solenoid coil 6 Although 13.56MHz power is energized and the plasma is generated in the discharge container 1, the ion generated by said discharge field 5 is drawn out as an ion beam 16 outside the discharge field 5 by three drawer electrodes 13, 14, and 15 with which two or more holes 12 for ion passage prepared in the lower flange 4 were opened.

[0006] An electrical potential difference required for this acceleration is divided and impressed to said drawer electrodes 13, 14, and 15 through the insulating materials 17, 18, and 19 which pulled out with the lower flange 4 and were made to intervene between electrodes 13, 14, and 15.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The above-mentioned high-frequency-discharge mold plasma generator is a typical method used for the source of the plasma, or the ion source, and is equipped with the desirable descriptions, like association with a RF is good and there are few impurities. However, since the quartz was used as construction material of a side attachment wall 2 on the other hand and there was a possibility of damaging with the impact by the particle and heat of the plasma, nonconformity, like a limit arises was in continuous running which supplied the RF of large power.

[0008] Moreover, important section drawing of longitudinal section of drawing 11 is the method adopted by the ion source of the neutral particle incidence equipment of plasma experimental device ASDEX-Upgrade. In order to mitigate the effect of heat, the impact by the plasma-particles input, etc. to the side attachment wall 2 made from the quartz which forms the discharge container 20 Inside a side attachment wall 2, Faraday shield 21 it has prepared (it Feist(s) source: -- J.-H. --) W. Kraus, E. Speth, and M. Ciric, B. Heinemann, F. Probst, R. Riedl: Proc. 16th. Sympo. on Fusion Engineering, vol. 2, pp. 976-979 (1995).

[0009] In addition, the magnetic field by which is metal material with the slit of the shaft orientations of the discharge container 20, and induction was carried out with the solenoid coil 6 passes the slit of Faraday shield 21, advances into the plasma, and contributes said Faraday shield 21 to discharge. Moreover, since some side attachment walls 2 were covered with the metal part of Faraday shield 21, and the impact by the heat input and plasma particles to a side attachment wall 2 made from a quartz was mitigated greatly, high power operation was attained compared with the high-frequency-discharge mold plasma generator of above-mentioned drawing 10.

[0010] In addition, also when a crack arises, he is trying for the periphery of the side attachment wall 2 made from said quartz not to have vacuum leakage by surrounding by the metal vacuum housing 22 in the side attachment wall 2 of the

discharge container 20 by the side attachment wall 2 made from a quartz. Moreover, the discharge field 5 of the discharge container 20 and the outside of a side attachment wall 2 are open for free passage by the regulator valve 23 for pressure regulation. However, also in the discharge container 20 which formed this Faraday shield 21, a possibility of destroying exists from that side attachment wall 2 receiving the particle of the plasma, and the exposure of heat through opening of the slit of Faraday shield 21.

[0011] Furthermore, since said metal Faraday shield 21 was formed, there is trouble that the utilization effectiveness of the high-frequency power to switch on falls from association with a RF and the plasma worsening. Moreover, it is the nonconformity produced as a problem in connection with above-mentioned drawing 10 and the high-frequency-discharge mold plasma generator shown in 11 since the solenoid coil 6 for RF electric power supplies was installed in the outside of the discharge containers 1 and 20.

[0012] The high-frequency-discharge mold plasma generator shown in drawing of longitudinal section of drawing 12 The side-attachment-wall 25 grade of the discharge container 24 is constituted from a metal. A solenoid coil 6 it is the example installed in the interior of the discharge container 24 (source: -- T.Takanashi, Y.Takeiri, O.Kaneko, Y.Oka, K.Tsumori, T.Kuroda, and : Jpn.J.Appl.Phys. --) 35, part 1, No.4A, pp.2356-2362 (1996). Even if it switches on large power by this method, there is almost no fear of the breakage from the side-attachment-wall 25 grade of the discharge container 24 being metal. However, the difficulty in the structure of the current induction 26 which supplies power to the solenoid coil 6 prepared in the interior of the discharge container 24 is high.

[0013] Although this current induction 26 must insulate electrically [the discharge container 24], it can consider the side-attachment-wall material of carrier beam metal vapor-depositing the spatter of the plasma in the insulating section of the current induction 26, and becoming poor insulation. Furthermore, since the solenoid coil 6 is immersed into the plasma, the plasma loss produced on the front face of this solenoid coil 6 is large, and buildup of a plasma consistency is barred. Therefore, the device which lessens a bonnet and plasma loss with dielectrics, such as a quartz and alumina ceramics, is made in the front face of a solenoid coil 6 as this cure.

[0014] however -- the case where the front face of a solenoid coil 6 is covered with a dielectric -- a dielectric front face - the charge of the plasma -- depositing -- a coil -- since the potential difference arises between conductors, although a dielectric must bear this potential difference, the ingredient which has high withstand voltage has not been found in it, without having an adverse effect on the property of the plasma the place which it is till the present.

[0015] Thus, since the withstand voltage of a dielectric is insufficient, if a charge accumulates, by discharge breakdown, a crack will arise in a dielectric and it will result in exfoliation and omission of a dielectric. Thus, if a partial crack arose in a dielectric, since it would also become the cause which the instability of discharge generates, even when the method of this drawing 12 was adopted, large power discharge was difficult.

[0016] The place made into the object of this invention is to install the shielding material by the dielectric inside this discharge vessel wall, and offer the high-frequency-discharge mold plasma generator in which the large power discharge fear of breakage excelled [discharge] in operation effectiveness few is possible while constituting a discharge vessel wall from a dielectric.

[0017]

[Means for Solving the Problem] The high-frequency-discharge mold plasma generator applied to invention according to claim 1 in order to attain the above-mentioned object is characterized by to form the shielding material by the dielectric inside said discharge vessel wall in the plasma generator which energize a RF to the solenoid coil installed in the periphery of said discharge container, and gas is made to discharge, and forms the plasma while it introduces predetermined gas in the discharge container which constituted a part or all of a vessel wall from a dielectric. The impact by the heat and particle of the plasma is covered by the shielding material, and since a vessel wall is protected by this, breakage can be prevented.

[0018] The high-frequency-discharge mold plasma generator concerning invention according to claim 2 is characterized by cooling the shielding material formed in said discharge container in claim 1. The dependability of a shielding material improves by cooling the shielding material which gets an impact by the heat and particle of the plasma.

[0019] The high-frequency-discharge mold plasma generator concerning invention according to claim 3 is characterized by said discharge container preparing a gap between said vessel walls and said shielding materials in claim 1. A gap is prepared between the shielding material which gets an impact by the heat and particle of the plasma, and a discharge vessel wall, and a shielding material, heat transfer, etc. are isolated.

[0020] The high-frequency-discharge mold plasma generator concerning invention according to claim 4 is characterized by the shielding material formed in said discharge container being opacity optically in claim 1. About the plasma light generated in the inside of a shielding material, it intercepts with an opaque shielding material and radiation light does not reach a discharge vessel wall.

[0021] The high-frequency-discharge mold plasma generator concerning invention according to claim 5 is characterized by constituting the shielding material formed in said discharge container from alumina ceramics in claim 4. It is

optically opaque and the dependability of a shielding material and a discharge vessel wall improves by the alumina ceramics excellent in mechanical strength.

[0022] The high-frequency-discharge mold plasma generator concerning invention according to claim 6 is characterized by constituting the shielding material formed in said discharge container from a quartz in claim 1. A quartz is a transparent ingredient optically, by constituting a part of discharge vessel wall [at least] from a transparent ingredient to apply, can observe the plasma or can draw the light which the plasma emits out of a discharge container.

[0023] The high-frequency-discharge mold plasma generator concerning invention according to claim 7 is characterized by the shielding material formed in said discharge container consisting of two or more wafers in claim 1. The assembly of a shielding material and partial exchange become easy, and maintainability becomes high.

[0024] The high-frequency-discharge mold plasma generator concerning invention according to claim 8 is characterized by said discharge container fixing or enclosing two or more reinforcing materials with the front face or the interior of a dielectric which constitutes a discharge vessel wall and a shielding material in claim 1. Also when a crack arises in a shielding material, a shielding material does not disperse and mechanical strength and dependability improve.

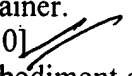
[0025] It is characterized by the high-frequency-discharge mold plasma generator concerning invention according to claim 9 installing two or more metal cooling pipes in the front face or the interior of a dielectric said discharge container constitutes a discharge vessel wall and a shielding material in claim 1. Also when a crack arises in a shielding material, a shielding material does not disperse and mechanical strength and dependability improve further by cooling.

[0026] The high-frequency-discharge mold plasma generator concerning invention according to claim 10 is characterized by having arranged said metal reinforcing materials and metal metal cooling pipe in the direction parallel to the shaft of a solenoid coil in claim 8 or claim 9. By having arranged metal reinforcing materials and a metal metal cooling pipe in the direction parallel to the shaft of a solenoid coil, the magnetic field guided from the solenoid coil can advance into a discharge container.

[0027] The high-frequency-discharge mold plasma generator concerning invention according to claim 11 is characterized by containing said discharge container in the container in which a vacuum lock is possible in claim 1. The discharge container is protected by the container in which a vacuum lock is possible. Moreover, a vacua is maintained also when a discharge container is damaged.

[0028] It is characterized by the high-frequency-discharge mold plasma generator concerning invention according to claim 12 preparing installation of gas, and the closing motion device for exhaust air in the field to which said discharge container was surrounded with said discharge container and the container in which a vacuum lock is possible in claim 11. The discharge in the field formed between the discharge container and the container in which the vacuum lock which covers and protects this discharge container is possible is prevented by the pressure regulation by installation of gas, and the closing motion device for exhaust air.

[0029] The high-frequency-discharge mold plasma generator concerning invention according to claim 13 is characterized by said discharge container making low or higher than the pressure in said discharge container the pressure of the field surrounded by said discharge container and the container in which a vacuum lock is possible in claim 11 or claim 12. The pressure of the field formed between the discharge container and the container in which ** of a vacuum lock is possible can prevent discharge easily by making it low or higher than the pressure in a discharge container.

[0030]  [Embodiment of the Invention] The gestalt of 1 operation of this invention is explained with reference to a drawing. In addition, the same component as the above-mentioned conventional technique is resembled, therefore the same sign is attached, and detailed explanation is omitted. The gestalt of the 1st operation starts claim 1 thru/or claim 3, and as the ion source using a high-frequency-discharge mold plasma generator, as shown in drawing of longitudinal section of drawing 1 , while surrounding the discharge container 27 by the side attachment wall 2 made from a quartz, the metal top-plate flange 3, and the lower flange 4, it forms the shielding material 29 made from a quartz through a clearance 28 inside a side attachment wall 2, and forms the discharge field 5 in the interior (claims 1 and 3).

[0031] Moreover, while introducing discharge gas-ed from the gas feed system which is not illustrated, to said discharge field 5, the solenoid coil 6 has been arranged around said side attachment wall 2, and this periphery is covered by the electromagnetic-shielding material 7 to it. In addition, although high-frequency power is supplied to a solenoid coil 6 within said discharge container 1 and the plasma is generated, permanent magnets 8 and 9 are installed in said top-plate flange 3 and lower flange 4, and the magnetic field for said plasma closing and improving eye ** is generated.

[0032] Furthermore, to the joint of a side attachment wall 2 and said shielding material 29 and top-plate flange 3, a side attachment wall 2 and a shielding material 29, and a lower flange 4, the rubber ring 10 for vacuum locks is formed, a cooling water way 11 is formed in the near, and a side attachment wall 2 and a shielding material 29 are cooled (claim 2).

[0033] Moreover, an ion beam 16 is drawn out outside the discharge field 5 by three drawer electrodes 13, 14, and 15

with which two or more holes 12 for ion passage prepared in the lower flange 4 were opened. The electrical potential difference required for this acceleration is considered as the configuration impressed to said drawer electrodes 13, 14, and 15 by dividing through the insulating materials 17, 18, and 19 which pulled out with the lower flange 4 and were made to intervene between electrodes 13, 14, and 15.

[0034] Next, the operation by the above-mentioned configuration is explained. The plasma is generated in the discharge field 5 of the discharge container 27, and the ion beam 16 which passed two or more holes 12 of the drawer electrodes 13, 14, and 15 is pulled out outside the discharge field 5. At this time, with the shielding material 29 made from a quartz by which that inside was installed, since the heat and particle of the plasma which were generated in the discharge field 5 are intercepted, the side attachment wall 2 made from said quartz does not get that direct impact.

[0035] In addition, the shielding material 29 which gets the heat of the plasma and an impact of a particle instead of said side attachment wall 2 may be damaged, although it is reliable since it is always cooled by the cooling water way 11 from the ends with the side attachment wall 2. However, also when a shielding material 29 is damaged, a vacua is not destroyed promptly. Namely, many of destruction of said shielding material 29 is not generating of a crack, and this will not necessarily be in a condition inconvenient for high frequency discharge.

[0036] Moreover, the vacua of the discharge container 1 is maintained by said side-attachment-wall 2 grade on the periphery of a shielding material 29. Therefore, even if a shielding material 29 is damaged, continuation of operation of a high-frequency-discharge mold plasma generator is possible. In addition, what is necessary is to choose a suitable stage and just to exchange a shielding material 29 to compensate for the operation plan of a high-frequency-discharge mold plasma generator, when breakage of a shielding material 29 progresses remarkably.

[0037] Thus, it is easy to supply the RF of large power to a high-frequency-discharge mold plasma generator by installing a shielding material 29, and since continuous running is safely maintainable, operation effectiveness and dependability improve. Moreover, the object which forms said shielding material 29 is protecting **** 2 of the discharge container 27 from the heat of the plasma, or the impact of a particle, therefore discharge must not produce it in the field between a side attachment wall 2 and a shielding material 29.

[0038] Generally, if the gas pressure in the discharge field 5 is fixed, the minimum container dimension required for discharge in order for gas to discharge exists. An electron and ion with energy collide and discharge ionizes gas, and it is accelerated in the RF electric field where the electron produced by this ionization is generated by microwave, and it ionizes gas further. The number of charged particles increases by repeating this process.

[0039] If it collides with said vessel wall before the volume dimension which forms the discharge field 5 in the discharge container 29 is unequal, colliding with the vessel wall of the side-attachment-wall 2 grade concerned before a charged particle obtains energy required for ionization, when some of the dimensions are short, or colliding with gas, it will not result in discharge. The typical working pressure region of the ion source or the plasma is 1Pa or less in general, and since a required container dimension is set to several mm or more, it is setting the gap 28 of the side attachment wall 2 of the discharge container 27, and a shielding material 29 to 1mm or less with the gestalt of **** 1 operation.

[0040] The gestalt of the 2nd operation starts claim 4 or claim 5, and about the construction material of a shielding material, since it is deformation of the gestalt of the 1st operation of the above, since it is the same about the operation and effectiveness, explanation is omitted, and it attaches for it and explains it to a different point as the component in the gestalt of the 1st operation. As construction material of the shielding material 29 in above-mentioned drawing 1, it considers as the configuration using the alumina ceramics which is the dielectric of opaque construction material optically.

[0041] As an operation by the above-mentioned configuration, unlike the quartz as said side attachment wall 2 with said same shielding material 29, since it is opacity, luminescence of the plasma generated in the discharge field 5 is covered. Thereby, since the heat burden of the side attachment wall 2 made from a quartz by the radiation light of the plasma is decreased, dependability improves.

[0042] In addition, the object which installs a shielding material 29 as described above is protecting a side attachment wall 2 from the heat of the plasma which emitted light, or the impact of a particle, and is not maintenance of a vacua. Therefore, a shielding material 29 does not need to be the structure which can perform vacuum maintenance, for this reason does not need to be integral construction.

[0043] The gestalt of the 3rd operation starts claim 6, about the construction material of a shielding material, since it is deformation of the gestalt of the 1st operation of the above, since it is the same about the operation and effectiveness, explanation is abbreviated to the component in the gestalt of the 1st operation, and a different point is explained. As construction material of the screen 29 in above-mentioned drawing 1, it considers as the configuration using the quartz which is the dielectric of transparent construction material optically.

[0044] As an operation by the above-mentioned configuration, by using optically some discharge electric shielding walls [at least] as a transparent quartz, the plasma can be observed visually or the light which the plasma emits can be drawn out of a discharge container. The condition of the plasma can be analyzed by using the drawn light for a

spectroscope etc. Of course, in this case, unlike the gestalt of the 2nd operation of the above, the radiation light of the plasma reaches a discharge vessel wall, and becomes some thermal loads, but this configuration is useful to give priority to observation and the monitor of the plasma and perform them.

[0045] The gestalt of the 4th operation starts claim 7, and about the configuration of a shielding material, since it is deformation of the gestalt of the 1st operation of the above, since it is the same about the operation and effectiveness, explanation is omitted, and it attaches for it and explains it to a different point as the component in the gestalt of the 1st operation.

[0046] Drawing 2 and drawing 3 are the sectional views which met the A-A line in above-mentioned drawing 1, make the joint of wafer 30a incline at the include angle at which the plasma light of the discharge field 5 does not face the side attachment wall 2 of a discharge container squarely, and are constituted while they combine much wafer 30a for a shielding material 30 in drawing 2. Moreover, it constitutes in the configuration in which the plasma light of the discharge field 5 does not face a side attachment wall 2 squarely, using [a shielding material 31] the joint of combination and wafer 31a as a key type for much wafer 31a in drawing 3.

[0047] As an operation by the above-mentioned configuration, since exchange of shielding materials 30 and 31 can also perform shielding materials 30 and 31 selectively while the assembly of shielding materials 30 and 31 becomes easy about them, since many wafers 30a and 31a are combined continuously, it excels in maintainability. In addition, even if it is a configuration except the configuration of the joint which carries out the combination of the wafers 30a and 31a of said large number being shown in above-mentioned drawing 2 and drawing 3, the plasma should just be the configuration which does not face a side attachment wall 2 squarely.

[0048] The gestalt of the 5th operation starts claim 8 or claim 10, and about reinforcement of a side attachment wall and a shielding material, since it is deformation of the gestalt of the 1st operation of the above, since it is the same about the operation and effectiveness, explanation is omitted, and it attaches for it and explains it to a different point as the component in the gestalt of the 1st operation.

[0049] Drawing 4 and drawing 5 are taken as the configuration which is the important section expanded sectional view which met the B-B line in above-mentioned drawing 1, among these fixes the metal thin line 33 which is reinforcing materials to the internal surface of a shielding material 34 while fixing the metal thin line 33 as reinforcing materials to the outside surface of the side attachment wall 32 of a discharge container about drawing 4 (claim 8). In addition, the metal thin line 33 which is said reinforcing materials is arranged in the shaft of a solenoid coil 6, and the direction of parallel (claim 10).

[0050] Moreover, about drawing 5, it is the modification of above-mentioned drawing 4, and while laying the metal thin line 33 under the interior of the side attachment wall 35 of a discharge container as reinforcing materials, the metal thin line 33 which is reinforcing materials is laid under the interior of a shielding material 36. Furthermore, said metal thin line 33 is considered as the configuration arranged in the shaft of a solenoid coil 6, and the direction of parallel.

[0051] Since fixing ***** laying under the ground of the metal thin line 33 which is reinforcing materials, respectively is carried out as an operation by the above-mentioned configuration at the side attachment walls 32 and 35 and shielding materials 34 and 36 of a discharge container, even if a crack should arise in side attachment walls 32 and 35 and shielding materials 34 and 36, since that they disperse can prevent, safety and dependability are high.

[0052] Moreover, since the metal thin line 33 which is said reinforcing materials is excellent in thermal conductivity with mechanical strength, it contributes also to the cooling function of side attachment walls 32 and 35 and shielding materials 34 and 36, and it becomes strong also against the heat of the plasma, or the impact of a particle. Furthermore, since it is installing in the direction where the metal thin line 33 is parallel to the shaft of a solenoid coil 6, the magnetic field guided with the solenoid coil 6 can advance into the discharge container 27.

[0053] The gestalt of the 6th operation starts claim 9 or claim 10, and about a side attachment wall and a shielding material, since it is deformation of the gestalt of the 5th operation of the above, since it is the same about the operation and effectiveness, explanation is omitted, and it attaches for it and explains it to a different point as the component in the gestalt of the 5th operation.

[0054] Drawing 6 and drawing 7 are the important section expanded sectional views which met the B-B line in above-mentioned drawing 1, in drawing 6, fix the metal cooling pipe 38 which pours a refrigerant inside at the outside surface of the side attachment wall 37 of a discharge container, and are taken as the configuration which fixed the metal cooling pipe 38 to the internal surface of a shielding material 39, and made reinforcing materials serve a double purpose (claim 9). In addition, said metal cooling pipe 38 is arranged in the shaft of a solenoid coil 6, and the direction of parallel (claim 10).

[0055] Moreover, drawing 7 is the modification of above-mentioned drawing 6, and it is taken as the configuration which has arranged in the shaft of a solenoid coil 6, and the direction of parallel, and made reinforcing materials serve a double purpose while it lays the metal cooling pipe 38 under the interior of the side attachment wall 40 of a discharge container and lays the metal cooling pipe 38 under the interior of a shielding material 41.

[0056] As an operation by the above-mentioned configuration, fixing ***** laying under the ground of the metal cooling pipe 38 which served as reinforcing materials, respectively is carried out, a refrigerant is that of ***** and side attachment walls 37 and 39 and shielding materials 40 and 41 are all cooled by the side attachment walls 37 and 39 and shielding materials 40 and 41 of a discharge container. For this reason, it is [both] strong against the heat of the cooling effectiveness to the plasma, or the impact of a particle, and since that they disperse can prevent even when [whose mechanical strength improves] a crack arises in side attachment walls 37 and 39 and shielding materials 40 and 41, safety and dependability should be high.

[0057] The gestalt of the 7th operation starts claim 11 thru/or claim 13, and about protection of a discharge container, since it is deformation of the gestalt of the 1st operation of the above, since it is the same about the operation and effectiveness, explanation is omitted, and it attaches for it and explains it to a different point as the component in the gestalt of the 1st operation.

[0058] As a high-frequency-discharge mold plasma generator, as shown in drawing of longitudinal section of drawing 8 , while surrounding the discharge container 42 by the side attachment wall 2 made from a quartz, the metal top-plate flange 3, and the lower flange 4, it forms the shielding material 29 made from a quartz through a clearance 28 inside said side attachment wall 2, and forms the discharge field 5 in the interior.

[0059] Moreover, on the periphery of said side attachment wall 2, the metal vessel 43 which protects the periphery of a side attachment wall 2 and in which a vacuum lock is possible is formed between the top-plate flange 3 and a lower flange 4, and a field 44 is formed between this metal vessel 43 and side attachment wall 2 (claim 11). Furthermore, it is open for free passage with said field 44, the closing motion device by the supply valve 45 and exhaust valve 46 for supply of the gas which carries out pressure regulation, and exhaust air is established, and the pressure in a field 44 is constituted it is high and possible [maintenance] lower than the pressure of said discharge field 5 (claims 12 and 13).

[0060] Since the mechanical protection and the vacuum lock to a side attachment wall 2 are performed by the metal vessel 43 as an operation by the above-mentioned configuration and a vacua should be held by this metal vessel 43 when a side attachment wall 2 is damaged while protecting the discharge container 42 from external force, serious damage does not attain to the whole equipment incorporating the ion source and the source of the plasma.

[0061] Moreover, when it is made a configuration like drawing 8 , discharge must not occur in the field 44 between a side attachment wall 2 and a metal vessel 43. What is necessary is just to sufficiently carry out whether the pressure of a field 44 is made sufficiently lower than the pressure of the discharge field 5 of the discharge containers 42, since what is necessary is just to choose the conditions which a gas molecule does not ionize continuously as mentioned above in order to prevent the discharge in this field 44.

[0062] For example, it is the pressure of said field 44 100 of the pressure in the discharge container 42 If it carries out to about [of a part] one, it will not discharge in this field. Moreover, even if a side attachment wall 2 is damaged, the pressure inside the ion source does not rise, and it is almost uninfluential also to the whole plasma generator. In order to keep the pressure of this field 44 low, the vacuum devices for exhausting the field 44 between a side attachment wall 2 and a metal vessel 43 are needed, and the exhaust valve 46 in a closing motion device is opened, and is attracted with the vacuum devices which are not illustrated.

[0063] On the other hand, even if it sets the pressure of a field 44 as atmospheric pressure, it does not discharge in this field 44. Thus, when a pressure is high, in order to collide with gas before high energy accelerates enough even if accelerated in RF electric field, ionization of the continuous gas molecule does not produce a charged particle. In addition, although the pressure inside the ion source will rise if the pressure of a field 44 is set as atmospheric pressure, and the discharge container 42 is damaged, it can avoid influencing operation of a plasma generator by setting up the volume of a field 44 sufficiently small.

[0064] Moreover, when the pressure of said field 44 is made into atmospheric pressure, a special exhauster etc. is not needed, but the supply valve 45 in a closing motion device is opened, and it ends with a configuration easier [that what is necessary is just open for free passage with atmospheric air] than the case where said pressure is set up low. Therefore, what is necessary is just to set the pressure of a field 44 as atmospheric pressure that what is necessary is just to make it low to avoid the pressure buildup of a plasma generator including the ion source to simplify an equipment configuration.

[0065] About the configuration of a discharge container, since it is deformation of the gestalt of the 1st operation of the above thru/or the gestalt of the 7th operation, since the gestalt of the 8th operation is the same about the operation and effectiveness, explanation is omitted, and it attaches for it and explains it to a different point as the component in the gestalt of the 1st operation thru/or the gestalt of the 7th operation. In the gestalt of the 1st operation of the above thru/or the gestalt of the 7th operation, the side-attachment-wall section of a discharge container is constituted from a dielectric, and the example which used the metal is shown in the top-plate flange. However, the discharge container concerning this invention is not limited to these examples.

[0066] As shown in drawing of longitudinal section of drawing 9 , the discharge container 47 arranges a shielding

material 49 inside a dielectric 48, and forms the discharge field 5 in the interior while it constitutes the side-attachment-wall section and the top-plate section from a dielectric 48 made into one. Moreover, the cooling pipe 50 was installed inside the top-plate section of this shielding material 49, and the shielding material 49 is cooled. Furthermore, said dielectric 48 is considered as the configuration which covered the whole with the electromagnetic-shielding object 7. Thereby, the same effectiveness as the case where a shielding material 29 is installed in a side attachment wall 2 is acquired.

[0067] In addition, in the gestalt of each above operation, although the discharge container explained by the rectangular example, even if this invention is the case of a cylindrical shape discharge container regardless of the configuration of a discharge container, the same effectiveness is acquired. Moreover, although the time and effort of a fabrication increases, the safety of a plasma generator also increases it, as it is not limited to a number of layers but the number of shielding materials increases, although the gestalt of each above-mentioned implementation explained the case where a shielding material was the much more.

[0068] Furthermore, in the range which does not deviate from the summary, this invention is changed suitably, is carried out, is applied to high-frequency-discharge mold plasma generators, such as a semi-conductor manufacturing facility which uses the RF plasma other than the above-mentioned ion source, and chemical treatment equipment, and the outstanding effectiveness is acquired.

[0069]

[Effect of the Invention] Without affecting association with a RF and the plasma according to this invention, by installing the shielding material constituted from a dielectric inside said discharge vessel wall above, while constituting a discharge vessel wall from a dielectric, breakage on a discharge vessel wall is prevented and the operation effectiveness of a high-frequency-discharge mold plasma generator, the operation effectiveness not only in safety but the various equipments which adopted this, and dependability improve.

[Translation done.]